

*Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.  
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017.*

УДК 655.3.026

О. О. Гриценко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Видавничо-поліграфічний інститут, Україна

**ОСОБЛИВОСТІ АПАРАТНОГО ФІКСУВАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ  
ДРУКОВАНИХ МАРКУВАНЬ ДЛЯ РОЗУМНИХ ПАКОВАНЬ З  
НАНОФОТОННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ**

О. О. Hrytsenko

**FEATURES OF APPARATUS FIXING OF LUMINESCENCE OF PRINTED  
LABELS FOR SMART PACKAGING WITH NANOPHOTONIC ELEMENTS**

Розумні пакування, завдяки своїм функціональним частинам у вигляді друкованих міток, дозволяють у режимі реального часу відстежувати стан запакованого харчового або косметичного продукту і повідомляти про це спостерігача. Для цього спеціальні друковані мітки розміщують на внутрішній або зовнішній поверхні пакування для харчового або косметичного продукту. Контактуючи з продуктом, внутрішнім середовищем продукту або зазнаючи вплив компонентів продукту, які мігрують крізь спеціальний шар або матеріал пакування, активні компоненти таких друкованих міток у результаті хімічної реакції змінюють свої властивості. Візуально це виражається у зміні інтенсивності або кольору люмінесценції друкованих міток. Такі зміни можна відстежувати і на їх підставі робити висновок про придатність продукту до споживання.

Питання візуального і автоматизованого апаратного відстеження та фіксування показників люмінесценції друкованих міток розумних пакувань з нанофотонними елементами є важливим і актуальним, оскільки саме за цими даними робиться висновок можливість подальшої реалізації в торговій мережі і споживання продукту або про необхідність утилізації продукту. Існують дослідження [1-3], які стосуються складу фарб і композицій для виготовлення друкованих міток для розумних пакувань з нанофотонними елементами, тобто речовинами у нанорозмірному вимірі, які мають властивості поглинання і випромінювання світла. Також досліджені технології нанесення таких міток друкарськими методами [4-7]. Проте в літературі практично відсутні дослідження, присвячені особливостям візуальної та апаратної реєстрації показників друкованих міток (інтенсивності та кольору люмінесценції).

Було досліджено особливості фіксування люмінесценції друкованих міток з нанофотонними елементами, які знаходяться на зовнішній та внутрішній поверхні пакування. У випадку розміщення друкованих міток на внутрішній поверхні пакування, було враховано товщину прозорого матеріалу пакування – поліпропіленової плівки. Методика дослідження полягає у тому, що виконується порівняльна оцінка інтенсивності люмінесценції друкованого маркування, нанесеного трафаретним способом друку з використанням розробленої фарбової композиції [2], що містить наночастинки оксиду цинку (ZnO) – 0,15% і полівінілпіролідон (ПВП) – 12% з молекулярною масою  $M = 360\,000$  г/моль, залежно від умов фіксування люмінесценції, тобто від товщини поліпропіленової плівки, крізь яку здійснюється фіксування, і товщини фарбового шару друкованої мітки. Середню товщину фарбового шару на відбитку було визначено ваговим методом. Спектри люмінесценції було одержано за допомогою флуоресцентного спектрометра Perkin Elmer LS 55, довжина хвилі світла збудження люмінесценції  $\lambda_{\text{збудж.}} = 330$  нм.

На рис. 1 наведено отримані залежності інтенсивності люмінесценції друкованих міток, нанесених із різною середньою товщиною фарбового шару, від товщини плівки, крізь яку здійснювалися вимірювання інтенсивності люмінесценції.

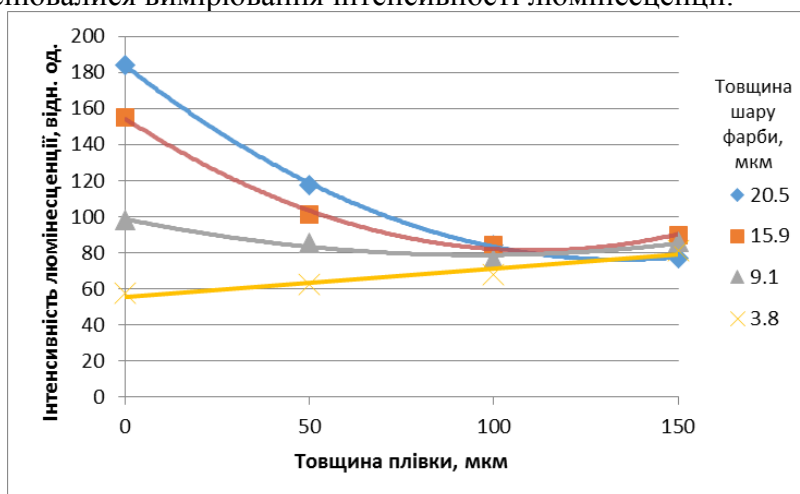


Рисунок 1. Залежності інтенсивності люмінесценції друкованих міток від товщини поліпропіленової плівки, через яку фіксується люмінесценція,  $\lambda_{\text{збудж}}=330$  нм

Як видно з рис. 1, при малій товщині фарбового шару (3,8 мкм) інтенсивність люмінесценції, зафіксована крізь плівку, зростає із зростанням товщини плівки – від 0 мкм (вимірювання без плівки) до 150 мкм. Натомість, для більших товщин фарбового шару (9,1–20,5 мкм) із збільшенням товщини плівки відбувається зменшення інтенсивності люмінесценції, зафіксованої крізь плівку, причому чим більша товщина фарбового шару, тим більш стрімко спостерігається виявлена закономірність.

Таким чином, було визначено вплив товщини поліпропіленової плівки на інтенсивність люмінесценції друкованих маркувань з нанофотонними елементами для розумних пакувань. Результати досліджень мають бути враховані про розробці розумних пакувань для харчових і косметичних продуктів, функціональність яких базується на використанні друкованих маркувань з нанофотонними елементами.

#### Література

1. Sarapulova O. Nanophotonic, electro- and magnetoactive nanocomposites for printing and packaging / O. Sarapulova, V. Sherstiuk // *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. – 2014. – Vol. 590 (1). – P. 251–260.
2. Sarapulova O. O. Printed luminescent coverings based on nanosized ZnO for active and intelligent packaging / O. O. Sarapulova, V. P. Sherstiuk // *Functional Materials*. – 2014. – Vol. 21 (2). – P. 146–151.
3. Шерстюк В. П. Люминесцентные пленки на основе наноразмерного оксида цинка в поливинилпирролидоне и их функциональные характеристики / В. П. Шерстюк, В. В. Швалагин, О. О. Сарапулова, В. М. Гранчак // VI Международная научная конференция «Функциональная база нанoeлектроники». Сборник научных трудов. – Харьков : ХНУРЭ, 2013. – 393 с. – С. 250–253.
4. Гриценко О. О. Виготовлення нанофотонних маркувань для розумних пакувань / О. О. Гриценко, Д. С. Гриценко // *Упаковка*. – 2017. – №3. – С. 44–49.
5. Сарапулова О. О. Технологічні особливості нанесення нанофотонних елементів пакувань трафаретним способом друку / О. О. Сарапулова, В. П. Шерстюк // *Технологія і техніка друкарства*. – 2013. – №3(41). – С. 18–26.
6. Sarapulova O. Influence of parameters of a printing plate on photoluminescence of nanophotonic printed elements of novel packaging / O. Sarapulova, V. Sherstiuk // *Journal of Nanotechnology*. – 2015. – Vol. 2015. – P. 1–6.
7. Сарапулова О. О. Проблеми поліграфічного виготовлення новітніх пакувань з нанорозмірними фотоактивними елементами / О. О. Сарапулова, В. П. Шерстюк // *Технологія і техніка друкарства*. – 2013. – №2. – С. 46–57.